

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS *ELASTIS PLASTIS* PADA PIPA ALUMINIUM SIKU BERDINDING TIPIS DENGAN TEKANAN INTERNAL 70 Psi DENGAN *SOFTWARE* BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA**



Tugas Akhir ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

**ROHMAT YULIANTO**  
**D 200 030 188**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2011**

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

Tugas Akhir ini telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Mesin di Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari :

Tanggal :

Disusun oleh :

Nama : Rohmat Yulianto

NIM : D 200 030 188

Judul : Analisis *Elastis Plastis* Pada Pipa Alumunium Siku Berdinding Tipis Dengan Tekanan Internal 70 Psi Dengan Software Berbasis Metode Elemen Hingga.

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

**Dr. Ir. Supriyono, MT.**

**Ir. H. Masyrukan, MT.**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**Analisis Elastis Plastis Pada Pipa Alumunium Siku Berdinding Tipis Dengan Tekanan Internal 70 Psi Dengan Software Berbasis Metode Elemen Hingga**" ini telah disahkan oleh Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Mesin di Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.  
Dipersiapkan Oleh :

Nama : Rohmat Yulianto  
NIM/NIRM : D 200 030 188

Disetujui Pada :

Hari :  
Tanggal :

Dewan Penguji :

1. Dr. Ir. Supriyono, MT. (.....)
2. Ir. H. Masyrukan, MT. (.....)
3. Ir. Bibit Sugito, MT. (.....)

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan

**Ir. Agus Riyanto, MT**

**Ir. Sartono Putro, MT**

## **MOTTO**

“Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(Qs Al-Insyirah : 7)

Orang yang paling utama diantara manusia adalah orang mukmin yang mempunyai ilmu, dimana kalau dibutuhkan (orang) dia membawa manfaat/memberi petunjuk, dan kalau tidak dibutuhkan dia memperkaya/menambah sendiri pengetahuannya.

(H.R. Baihaqi)

“Barang siapa berjalan di suatu jalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan mempermudah jalan ke surga”.

( H. R. Muslim )

”Masa lalu adalah pengalaman berharga untuk menentukan langkah  
Meraih masa depan”

“Jadilah Selalu Yang Terbaik”

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Karya ini adalah hasil dari perjuangan yang sangat melelahkan, dengan kesabaran, ketekunan dan doa karya ini menjadi sebuah karya yang manis.

Karya ini kupersembahkan kepada :

- ❖ Bapak dan Ibu tercinta, pengorbanan, perhatian, kasih sayang, dorongan semangat serta do'a restu dari Ayah dan Ibu membuat semangat yang berkobar dalam diri ini. Terima kasih Ayah dan Ibu
- ❖ Keluargaku yang ada di Kalimantan.
- ❖ Sahabatku Joko Wiranto, mas Agus M Amrullah, Suryadi yang selalu membantu dan memberikan semangat.
- ❖ Rekan-rekan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin UMS angkatan 2003.
- ❖ Almamaterku.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

*Alhamdulillahirobbil'alamiin* puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul **Analisis *Elastis Plastis* Pada Pipa Alumunium Siku Berdinding Tipis dengan Tekanan Internal 70 Psi Dengan Softwere Berbasis Metode Elemen Hingga**". Tugas Akhir ini merupakan salah satu program pada pendidikan strata satu Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta dalam meraih gelar sarjana.

Selesainya Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari pengarahan ,bimbingan, arahan dan masukan dari semua pihak yang telah membantu dan berperan serta dalam pelaksanaan penyelesaian Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan terutama kepada :

1. Ir. Agus Riyanto, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Dr. Ir. Supriyono, MT. selaku pembimbing utama yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan saran hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

4. Ir. H. Masyrukan, MT. selaku pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan pengarahan, bimbingan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Marwan effendi, ST, MT. selaku pembimbing akademik yang selalu memberi arahan dan saran.
6. Seluruh Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis untuk meraih masa depan.
7. Seluruh Staff dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu dalam penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Bapak dan Ibu tercinta, yang tiada hentinya memberikan doa, cinta dan kasih sayang yang tulus serta motivasi yang tak ternilai kepada penulis.
9. Teman-teman teknik mesin '03, ayo semangat " ***Tekun dalam belajar***"

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diharapkan.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan orang lain.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Juli 2011

Penulis





## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
ABSTRAKSI.....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	5

<b>BAB II DASAR TEORI .....</b>	<b>7</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. LandasanTeori .....	8
2.2.1.Piping Stress Analisis .....	8
2.2.1.1.Static Stress Analysis.....	11
2.2.1.2. Katagori Stress pada Pipa.....	13
2.2.2. Pengertian Pipa Siku.....	15
2.2.2.1.Jenis Pipa Siku.....	15
2.2.3. Pendingin Udara (AC).....	15
2.2.4. Teori Tegangan Regangan.....	18
2.2.5. Metode Elemen Hingga .....	24
2.2.5.1. Tegangan Bidang.....	25
2.2.5.2. Regangan Bidang .....	31
2.2.5.3.Jenis Elemen Hingga .....	34
2.2.6.Teori Optimasi .....	40
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>41</b>
3.1. Metodologi Penelitian .....	41
3.2. Pengertian ABAQUS .....	43
3.2.1.Preproccesing ( ABAQUS CAE ).....	44
3.2.2.Simulasi ( ABAQUS Standard/ABAQUS <i>Explicit</i> )...	47
3.2.3. <i>Post Processing</i> ( ABAQUS CAE ).....	47

<b>BAB IV HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
4.1. Visualiasi Proses .....	49
4.2. Visualisasi Konvergensi Elemen .....	50
a. Pipa Siku dengan jumlah elemen 444 .....	50
b. Pipa Siku dengan jumlah elemen 705 .....	51
c. Pipa Siku dengan jumlah elemen 2685 .....	52
d. Pipa Siku dengan jumlah elemen 11033 .....	53
4.3. Visualisasi regangan <i>plastis</i> pipa, regangan <i>elastis</i> dan grafik <i>plastic dissipation</i> .....	56
4.4. Visualisasi reaksi momen dan gaya reaksi.....	58
4.5. Simulasi <i>Spatial displacement</i> pada pipa .....	59
4.6. Grafik energi regangan dan energi internal .....	61
4.6.1. Grafik energi regangan .....	62
4.6.2. Grafik energi internal .....	63
4.7. Visualisasi <i>Equivalent plastic strain</i> dan <i>Magnitude</i> <i>plastic strain</i> .....	65
4.7.1. Visualisasi <i>equivalent plastic strain</i> .....	64
4.7.2. Visualisasi <i>magnitude plastic strain</i> .....	64
4.8. Visualisasi total regangan mekanik pada pipa, central force dan grafik beban proporsional.....	67

<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis pipa siku berdasarkan panjang lengkungan dan besar sudut .....	15
Gambar 2.2. Gambar bagian dari mesin pendingin dan alur kerjanya.	17
Gambar 2.5. Diagram Tegangan – Regangan True .....	22
Gambar 2.6. Garis Modulus .....	24
Gambar 2.7. Elemen Garis .....	35
Gambar 2.8. Elemen Pelat.....	36
Gambar 2.9. Elemen Benda Pejal .....	38
Gambar 2.10. Elemen Aksisimetrik.....	39
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 3.2. Diagram Alir Proses <i>Running</i> .....	44
Gambar 3.3. Hubungan kerja <i>Preprocessor</i> , <i>Solver</i> dan <i>Postprocessor</i>	48
Gambar 4.1. Visualisasi pipa siku .....	49
Gambar 4.2. Visualisasi distribusi tegangan pada 444 elemen .....	51
Gambar 4.3. Visualisasi distribusi tegangan pada 705 elemen .....	52
Gambar 4.4. Visualisasi distribusi tegangan pada 2685 elemen .....	53
Gambar 4.5. Visualisasi distribusi tegangan pada 11033 elemen .....	54
Gambar 4.6. Diagram batang hubungan tegangan dan jumlah elemen	55
Gambar 4.7. Visualiasi regangan <i>plastis</i> .....	56

Gambar 4.8. Visualisasi regangan <i>elastis</i> .....	57
Gambar 4.9. Gambar grafik <i>plastic disipation</i> .....	57
Gambar 4.10. Visualisasi reaksi momen.....	58
Gambar 4.11. Visualisasi reaksi <i>force</i> .....	58
Gambar 4.12. Simulasi <i>spatial displacement</i> .....	59
Gambar 4.13. Simulasi spatial displacement pad u1,u2,u3 .....	60
Gambar 4.14. Grafik energi regangan .....	62
Gambar 4.15. Grafik energi internal.....	63
Gambar 4.16. Visualisasi equivalent <i>plastic strain</i> .....	65
Gambar 4.17. Visualisasi magnitude <i>plastic strain</i> .....	66
Gambar 4.18. Visualisasi regangan mekanik pipa.....	67
Gambar 4.19. Visualisasi <i>central force</i> .....	67
Gambar 4.20. Grafik beban proporsional.....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tegangan maksimal dan minimal pada Pipa siku .....	55
Tabel 4.2. Tabel energi regangan.....	63
Tabel 4.3. Tabel energi internal .....	64



## ABSTRAKSI

*Tujuan yang ingin didapat dari simulasi ini yaitu mengetahui pengaruh besarnya tekanan internal terhadap kekuatan pipa siku berdinding tipis dan untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada pipa saat mendapat tekanan internal sehingga didapatkan satu permodelan jaringan pipa yang menggunakan pipa siku berdinding tipis untuk optimasi hasil pemipaan yang baik*

*Pada simulasi ini, model yang digunakan adalah pipa siku berdinding tipis dengan sudut  $90^\circ$  dengan ukuran diameter luar 19 mm, diameter dalam 18 mm, thicknes 1 mm dengan material Alumunium. Untuk menganalisa elastis plastis pipa siku dapat dilakukan suatu metode yaitu transformasi nodal. Hasil dari simulasi analisa elastis plastis pipa siku berdinding tipis dengan ABAQUS 6.5-1 di dapatkan nilai tagangan maksimal pipa siku yang mendapat tekanan internal 70 Psi adalah  $5.420 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ .*

*Dari hasil visualisasi simulasi analisa pipa siku berdinding tipis dengan material Alumunium pada jaringan pipa pendingin udara dapat dilihat bahwa pipa yang paling banyak mendapat tekanan adalah pada bagian pipa siku pada sudut bagian dalam yang dapat dilihat pada warna legend pada visualisasi pipa siku dan dari simulasi ini juga dapat disimpulkan bahwa pipa masih mampu menahan tekanan internal yang mengenai dinding pipa sehingga dapat disimpulkan bahwa pipa aman untuk digunakan*

**Kata kunci : Pipa siku, Elastis Plastis, Tekanan internal, Pendingin Udara.**